



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschchrift

(10) DE 196 04 613 A 1

(51) Int. Cl. 6:

B 32 B 27/12

B 32 B 3/20

B 32 B 17/02

B 32 B 31/08

B 29 C 39/20

// B32B 15/08,27/28,
27/32,27/34,27/38

(21) Aktenzeichen: 196 04 613.0

(22) Anmeldetag: 8. 2. 98

(23) Offenlegungstag: 28. 8. 97

DE 196 04 613 A 1

(71) Anmelder:

Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

(72) Erfinder:

Mehn, Reinhard, Dr., 85778 Haimhausen, DE; Peis, Reinhard, 80809 München, DE

(58) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	27 38 132 C2
DE	43 14 861 A1
DE	41 33 634 A1
DE	40 04 599 A1
DE	39 31 452 A1

(54) Sandwichstruktur

(57) Es sind bereits Sandwichstrukturen aus Kunststoff bekannt, die aus unterschiedlichen Werkstoffen aufgebaut sind. Insbesondere die Verwendung von Duroplasten ist in bezug auf die Umwelt und die Verarbeitbarkeit problematisch. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sandwichstruktur aus Kunststoff zu schaffen, bei der Umwelt- und Recyclingprobleme vermieden sind. Dies wird dadurch erreicht, daß der Grundwerkstoff des Kerns (22) und der Deckschalen (3, 4) ein einziger gleicher oder gleichartiger Thermoplast ist und daß die Verbindung zwischen dem Kern (22) und den Deckschalen (3, 4) ebenfalls über den gleichen oder gleichartigen Thermoplast erfolgt, aus dem der Kern (22) und die Deckschalen (3, 4) aufgebaut sind.



Die Erfindung betrifft eine Sandwichstruktur gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Sandwichstrukturen weisen in der Regel einen dreischichtigen Aufbau auf, der aus paarweise angeordneten hochfesten und hochsteifen Deckschalen zur Aufnahme von Zug- und Druckkräften bzw. Biegespannungen und aus einem schub-, zug- und druckfesten und -steifen Kern zur Aufnahme von Biegequerkräften bzw. Schubspannungen und gegebenenfalls zur Lasteinleitung von örtlichen Druck- und Zugkräften bzw. den zugehörigen Spannungen senkrecht zu den Deckschalen besteht. Eine Sandwichstruktur baut aufgrund ihrer geringen Dichte leicht und zeichnet sich durch eine besonders hohe Biegesteifigkeit aus. Von Vorteil ist ferner im allgemeinen die hohe Schall- und Wärmeisolierung, die hohe Schlagzähigkeit und Energieaufnahme sowie der erreichbare Impact-Schutz.

Es sind bereits Sandwichstrukturen bekannt, die aus unterschiedlichen Kunststoffen, insbesondere Duroplasten aufgebaut sind. In der Regel weist der Kern entweder einen Polymerschaum, z. B. PMI, PUR, PP auf. Er kann aber auch eine Wabenstruktur aus im Querschnitt sechseckförmigen Profilabschnitten aufweisen, die z. B. aus Papier und EP, Aramid und EP oder aus Aluminium bestehen. Diese Kerne erfordern jedoch eine aufwendige Herstellung. Zudem tritt bei gleichsinnigen Bauteilkrümmungen ein wabenspezifischer Satteleffekt auf, bei dem es zu einer Stauchung der Waben auf der Wölbungsinnenseite und gegenüberliegend dazu zu einer Dehnung der Waben auf der Wölbungsaußenseite kommt.

Von Nachteil ist ferner, daß die Kombination unterschiedlicher Materialien eine Stofftrennung vor der Wiederverwertbarkeit erfordert, wobei die getrennten Stoffe teilweise durch Restklebstoffe verunreinigt sein können. Die Verarbeitung von Duroplasten bewirkt ferner eine hohe Emissionsbelastung der Umwelt.

Bislang bekannte Sandwichstrukturen aus Kunststoff sind nicht für großserienrelevante Stückzahlen geeignet, da bei der Herstellung lange Zykluszeiten und ein hoher manueller Arbeitsaufwand erforderlich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sandwichstruktur aus Kunststoff zu schaffen, die in einer Großserie herstellbar und einfach wiederverwertbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch den Aufbau der Sandwichstruktur aus gleichen oder gleichartigen Thermoplasten ist eine einfache und schnelle Herstellung möglich. Da die erfindungsgemäße Sandwichstruktur im Prinzip nur aus einem einzigen Polymer besteht, ist die Sandwichstruktur in einfacher Weise wieder verwertbar, z. B. in einem Plastifizierpreßverfahren.

Die Deckschalen der erfindungsgemäßen Sandwichstruktur bestehen aus Laminaten, die durch die Verwendung von Verstärkungsfasern aus Glas und/oder Kohlenstoff und/oder Aramid und/oder aus höherschmelzenden Thermoplastfasern eine hohe Steifigkeit und Festigkeit aufweisen.

Durch die Ausbildung des erfindungsgemäßen Kerns als eine Röhrchen-Waben-Struktur, bei der die Röhrchen nur über eine linienförmige Kontaktfläche miteinander verbunden sind, und durch eine kraftflußgerechte Ausrichtung der Röhrchen werden beim Verformungsvorgang die Röhrchen parallel zueinander verschoben und somit der Satteleffekt vermieden.

Vorteilhafterweise sind die Röhrchen der Wabenstruktur zweiteilig aufgebaut und bestehen aus einem inneren Strukturröhrchen, dessen Werkstoff mit dem Matrixwerkstoff des Laminates übereinstimmt. Wie b im Laminat d r Deckschalen, die mit einer Verbindungsschicht aus einem Thermoplasten beschichtet sind, die eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Lamine in bezug auf einen niedrigeren Schmelzpunkt darstellen, ist das Strukturröhrchen mit einem Verbindungsrohrchen beschichtet, das aus einem Thermoplasten besteht, der eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Lamine bzw. des Strukturröhrchens in bezug auf einen niedrigeren Schmelzpunkt ist.

Vorteilhafterweise schließen die Deckschalen die Durchgangsöffnungen der Röhrchen. Die Röhrchen sind mit den Deckschalen über die Matrix der Verbindungsschicht hochfest verbunden.

Durch die Einarbeitung von hochfesten Inserts in die Sandwichstruktur an Stellen, an denen eine Krafteinleitung erfolgt können höhere Kräfte übertragen und Beschädigungen vermieden werden.

Die Inserts bestehen ebenfalls aus einem Thermoplast und sind zumindest mit dem Kern schubfest verbunden. In besonderen Anwendungsfällen können die Inserts mit metallischen Einlegem, z. B. mit Gewindegewinden oder Gewindestöcken versehen sein.

Bevorzugte Thermoplaste sind Polypropylen PP und/oder technische Thermoplaste, wie Polyamid PA und/oder Polyethylenterephthalat PET und/oder Polybutylenterephthalat PBT und/oder hochtemperaturstabile Thermoplaste wie Polyetheretherketon PEEK und/oder Polyetherimid PEI und/oder Polyphenylensulfid PPS.

Die erfindungsgemäßen Sandwichstrukturen werden vorteilhafterweise als relativ großflächige Strukturbauenteile beispielsweise im Fahrzeugbau, Flugzeugbau oder in der Isolationstechnik eingesetzt. Mögliche Kraftfahrzeubauteile sind beispielsweise die Bodengruppe, die Front- und Heckklappe, der Verdeckdeckel, ein Dachmodul und/oder ein Schiebe- oder Klappdach.

Eine Ausführungsform der Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen beispielshalber beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines plattenförmigen Laminats zur Herstellung der Deckschalen im unverformten Zustand,

Fig. 2 eine Querschnittsansicht einer oberen Deckschale im verformten Zustand

Fig. 3 eine Querschnittsansicht einer Röhrchen-Waben-Struktur zur Herstellung eines Kerns im unverformten Zustand,

Fig. 4 eine Querschnittsansicht der Röhrchen-Waben-Struktur der Fig. 3 im verformten Zustand,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht einer in die Endform gebrachten unteren Deckschale und

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer zusammengesetzten Sandwichstruktur, die zusätzlich mit einem Insert versehen ist.

Die Fig. 1 zeigt einen rechteckförmigen Querschnitt eines plattenförmigen Laminats 2 zum Herstellen einer Deckschale 3, 4 zum Aufbau einer Sandwichstruktur 1. Das Laminat 2 weist eine Thermoplast-Matrix auf, die mit Verstärkungsfasern versehen ist. Vorzugsweise ist ein technischer Thermoplast eingesetzt. Die Verstärkungsfasern können aus Glasfasern, Kohlenstoff und/oder Aramid und/oder hochleistungsfähigen Thermoplasten bestehen. Die Verstärkungsfasern können als einzelne Fasern und/oder als Gewebe und/oder als Ge- stricke und/oder als Gewirke ausgebildet sein. Ferner

ist es möglich, daß die Verstärkungsfasern aus einem höherschmelzenden Thermoplasten bestehen. Auf diese durch die Thermoplastmatrix und die Verstärkungsfasern gebildete Trägerschicht 5 ist eine Verbindungs- schicht 6 beispielsweise in Form einer oder mehrerer Thermoplastfolien angeordnet, wobei der Thermoplast der Verbindungsschicht 6 eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Trägerschicht 5 mit einem niedrigeren Schmelzpunkt ist. In einer anderen Ausführungsform ist die Verbindungsschicht wie die Trägerschicht aufgebaut, wobei jedoch als Matrixwerkstoff der Thermoplast mit einem niedrigeren Schmelzpunkt zum Einsatz kommt.

Die Fig. 2 zeigt eine umgeformte obere Deckschale 3, die an ihren Rändern 7 und 8 Verbindungsflächen 9, 10 aufweist, die vorzugsweise eben ausgebildet sind.

Die Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht einer Röhrchen-Waben-Struktur 11, die aus einer Vielzahl miteinander verbundenen Röhrchen 12 besteht. Die Röhrchen 12 weisen vorzugsweise eine kreisförmigen Querschnitt auf und sind an ihren gegenüberliegenden Enden 13, 14 offen. Ein Röhrchen 12 weist ein Strukturröhrchen 15 auf, dessen Mantelfläche mit einer Verbindungsfläche oder einem Verbindungsrohrchen 16 versehen ist. Der Thermoplast des Verbindungsrohrchens 16 stellt eine Modifikation des Thermoplasten des Strukturröhrchens 15 mit einem niedrigeren Schmelzpunkt dar. Die Röhrchen 12 sind über ihre Mantelflächen und die sich daraus ergebende linienförmige Berührung zu einer Röhrchen- Waben-Struktur 11 miteinander verbunden. Aufgrund der Röhrchen-Waben-Struktur 11 wird bei einem Wärmeumformvorgang in ein gekrümmtes Bauteil der ansonsten auftretende Sattelleffekt dadurch vermieden, daß die Röhrchen 12 aneinander abgleiten können und im wesentlichen ihre ursprüngliche Ausrichtung und Form beibehalten. Durch einen von der Endform des Kerns 22 abhängigen Stauchvorgang werden die Röhrchen 12 in ihrer Länge verkürzt.

Die Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht einer zu einem Kern 22 umgeformten Röhrchen-Waben-Struktur 11, bei der die Röhrchen 12 unterschiedlich gestaucht sind. Durch die starke Abflachung an den Randbereichen 17, 18 haben die Röhrchen 12 ihre ursprüngliche Form und Größe verloren, so daß es zu einer erhöhten Thermoplastansammlung und damit zu einer Dichtezunahme in den Randbereichen 17, 18 kommt. Im Unterschied zu den Röhrchen 12 der Fig. 3 sind die Röhrchen 12 der Fig. 4 an ihren gegenüberliegenden Enden 13, 14 je nach Stauchungsgrad unterschiedlich zusammenge- drückt. Im mittleren Abschnitt 20 der Röhrchen 12 kann in Abhängigkeit von der gewünschten Wabengeometrie die zylindrische Form der Röhrchen 12 noch weitestgehend erhalten bleiben. Entsprechend ist die Symmetrielinie 19 in der Fig. 4 nur noch in diesem Bereich eingezeichnet.

Die Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht einer unteren Deckschale 4 mit einem im wesentlichen U-förmigen Querschnitt. Auch diese Deckschale 4 besteht aus einer Trägerschicht 5 und einer Verbindungsfläche 6, wobei die Verbindungsfläche 6 wie bei der Deckschale 3 in Richtung zur Außenoberfläche 21 der als Kern 22 dienenden Röhrchen-Waben-Struktur 11 zeigt. An der Deckschale 4 sind am Randbereich 23, 24 Verbindungs- flächen 25, 26 vorgesehen, die beim Zusammensetzen der Deckschalen 3, 4 mit dem Kern 22 an den Verbindungs- flächen 9, 10 der Deckschale 3 anliegen und über die beim Verbindungs vorgang aufgeschmolzenen Verbindungsflächen 6 verbunden werden.

Die Fig. 6 zeigt die Querschnittsansicht einer fertigen Sandwichstruktur 1, bei der die Verbindungsflächen 6 der Deckschalen 3, 4 mit der Außenoberfläche 21 des Kerns 22 verbunden sind. Zusätzlich ist in dieser Sandwichstruktur 1 an einer Krafteinleitungsstelle 27 ein Insert 28 fest mit den Außenflächen der Röhrchen 12 des Kerns 22 und mit den Trägerschichten 5 und den Verbindungsflächen 6 der Deckschalen 3 und 4 verbunden.

Patentansprüche

1. Sandwichstruktur, bestehend aus einem Kern und aus Deckschalen, die den Kern umhüllen, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundwerkstoff des Kerns (22) und der Deckschalen (3, 4) ein einziger gleicher oder gleichartiger Thermoplast ist und daß die Verbindung zwischen dem Kern (22) und den Deckschalen (3, 4) ebenfalls über den gleichen oder gleichartigen Thermoplast erfolgt aus dem Kern (22) und die Deckschalen (3, 4) aufgebaut sind.

2. Sandwichstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschalen (3, 4) aus Laminaten (2) hergestellt sind, die mit mindestens einer Verbindungsfläche (6) beschichtet sind, wobei die Verbindungsfläche (6) eine Modifikation des Matrixwerkstoffes der Laminate (2) mit einem niedrigeren Schmelzpunkt ist.

3. Sandwichstruktur nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Laminate (2) mit Verstärkungsfasern aus Glas und/oder Kohlenstoff und/oder Aramid und/oder aus höherschmelzenden Thermoplastfasern ausgerüstet sind.

4. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (22) aus Röhrchen (12) besteht, die an ihrer Mantelfläche miteinander verbunden sind und eine Röhrchen-Waben-Struktur (11) bilden.

5. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das einzelne Röhrchen (12) zweiteilig aufgebaut ist und aus einem inneren Strukturröhrchen (15) und einem an der Mantelfläche des Strukturröhrchens (15) ausgebildeten Verbindungsrohrchen (16) besteht.

6. Sandwichstruktur nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff des Strukturröhrchens (15) dem Matrixwerkstoff der Laminate (2) und der Werkstoff des Verbindungsrohrchens (16) dem modifizierten Thermoplasten der Verbindungsfläche (6) entspricht.

7. Sandwichstruktur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchgangsöffnungen der Röhrchen (12) durch die Deckschalen (3, 4) verschlossen sind.

8. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhrchen (12) kraftflüßgerecht angeordnet sind.

9. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an den Stellen (27) der Sandwichstruktur (1) Inserts (28) eingearbeitet sind, an denen eine Krafteinleitung erfolgt.

10. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (28) zweiteilig aus einer inneren thermoplastischen Tragstruktur und aus einer äußeren thermoplastischen Verbindungsfläche besteht, wobei der Ther-

moplast der Tragstruktur (1) oder gleichartig ist wie der Thermoplast der Trägerschicht (5) der Deckschalen (3, 4) und wobei der Thermoplast der Verbindungsschicht des Inserts (28) gleich oder gleichartig ist wie der Thermoplast der Verbindungsschicht (6) der Deckschalen (3, 4).

11. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (28) mit einem metallischen Einleger versehen ist.

12. Sandwichstruktur nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (28) ein thermoplastisches Recyclat ist.

13. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoplast Polypropylen PP und/oder ein technischer Thermoplast wie Polyamid PA und/oder wie Polyethylenterephthalat PET und/oder wie Polybutylenterephthalat PBT und/oder ein hochtemperaturstabiles Thermoplast wie Polyetheretherketon PE-EK und/oder wie Polyetherimid PEI und/oder wie Polyphenylensulfid PPS ist.

14. Sandwichstruktur nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sandwichstruktur (1) als ein relativ großflächiges und gegebenenfalls gekrümmtes Strukturbau teil ausge bildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65